

# ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РОСТ РАСЩЕПЛЕНИЙ В ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБНЫХ СТАЛЯХ

*Лежнин Н.В.*

*Научный руководитель – проф., д.т.н. Фарбер В.М.*

Уральский федеральный университет им. первого Президента России

Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

sob288@mail.ru

Расщеплений (РЩ) возникают в листах, полученных контролируемой прокаткой с температурой окончания деформации ниже температуры рекристаллизации горяченаклепанного аустенита или даже ниже  $A_{c3}$ , т.е. в двухфазной  $\gamma+\alpha$  области. Это свидетельствует, что низкотемпературная горячая деформация вносит в лист определенные дефекты на мезоуровне, которые трансформируются в очаговые трещины – расщепления, являющиеся также дефектами на мезоуровне, а впоследствии и на макроуровне. В образцах, вырезанных из труб, расщепления возникают при всех видах механических испытаний: растяжении и ударном изгибе, испытании падающим грузом и на статическую трещиностойкость, а, главное, в стенке трубы после натурных (полигонных) испытаний (рис. 1).

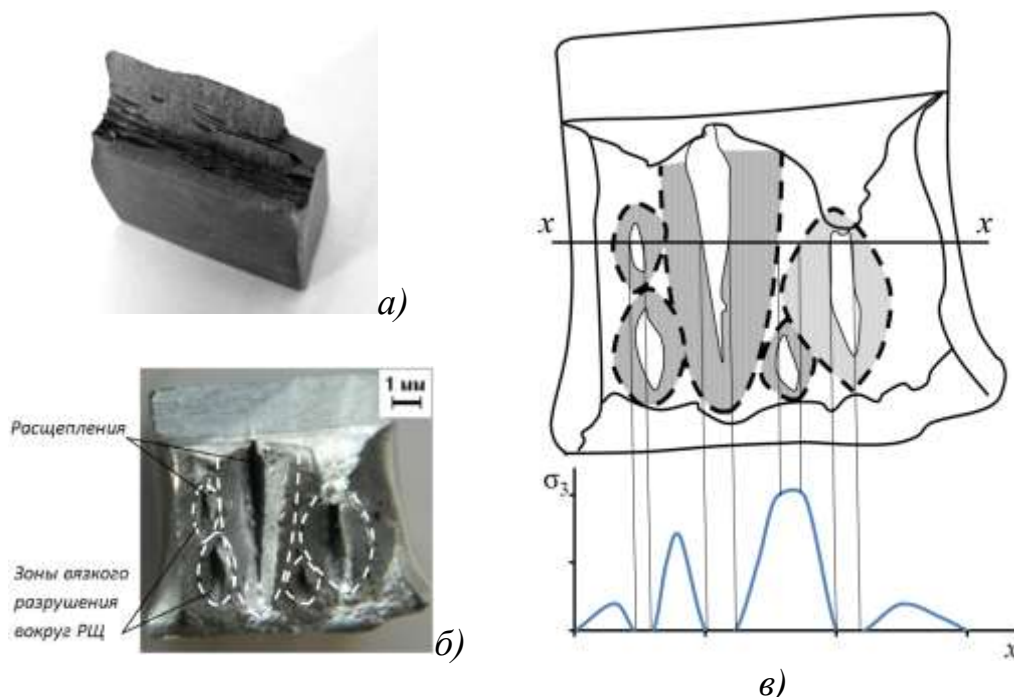


Рис. 1. Расщепления на поверхности разрушения: а) в стенке трубы после полигонных испытаний (в уменьшенном масштабе); б) в образце Шарпи после испытаний на ударный изгиб, в)) схема распределения компоненты напряжений  $\sigma_3$  в сечении x-x образца Шарпи.

Раскрытие трещины происходит под действием растягивающих упругих напряжений, перпендикулярных к плоскости ее распространения. Так как РЩ залегают близко параллельно поверхности листа и вытянуты вдоль направления прокатки, то за их возникновение ответственна растягивающая компонента напряжений  $\sigma_z$ , нормальная к поверхности листа (вдоль z-направления). Следовательно, наличие растягивающей компоненты  $\sigma_z$  в объемно напряженной области является одним из основных условий образования расщеплений.

В образце Шарпи такая область с максимальной  $\sigma_z$  формируется в середине волокнистой зоны, в образце на растяжение – в центре имеющей эллипсовидное сечение шейки, где и возникают первые наиболее крупные расщепления.

Образование трещины приводит к радикальному перераспределению упругих напряжений и их релаксации. Поскольку РЩ – это в первую очередь «реакция» на действие  $\sigma_z$ , то возникновение РЩ приводит к глубокой релаксации этой компоненты поля напряжений (в определенной степени и других ее составляющих) и образованию релаксированной зоны вокруг каждой такой очаговой трещины (см. рис. 1в). Чем больше РЩ, тем больше размер релаксационной зоны и более глубокое снятие упругих напряжений в ней.

Следовательно, причина появления расщеплений в стенке труб, разрушенных при натурных испытаниях, а так же в вырезанных из них образцах, после испытаний механических свойств по различным методикам, состоит в особенностях структуры, сформированной в стали в результате контролируемой прокатки листа и ускоренного охлаждения.

Окончание горячей деформации листа при температуре ниже температуры рекристаллизации аустенита приводит к формированию вытянутых вдоль направления прокатки полос из зерен феррита, бейнита (мартенсита), разделенных границами бывших аустенитных зерен и/или большеугловыми границами деформационного происхождения.

Таким образом, происхождение расщеплений обусловлено предысторией металла листа – контролируемой прокаткой с ускоренным охлаждением.